

生息場所と成長からみたイシマキガイの耐塩性*

Salt tolerance of *Clithon retropictus* (Gastropoda: Neritidae)
in relation to habitat and growth*

平田 徹¹⁾ 杉田明保¹⁾ 西脇三郎²⁾
Tetsu HIRATA Akiyasu SUGITA Saburo NISHIWAKI
土屋泰孝³⁾ 佐藤壽彦³⁾ 品川秀夫³⁾
Yasutaka TSUCHIYA Toshihiko SATO Hideo SHINAGAWA

Abstract

Salt tolerance of *Clithon retropictus* especially in relation to habitat and growth was examined by immersing each individual separately in distilled and salt water (ca. 32‰) at 18.0°C and observing successively its survival or death at intervals of 1 or 3 days during 282 days. As experimental materials, 144 individuals were collected at the lowest area of brackish-water zone (Site 1) and at the lowest area of freshwater zone (Site 2) of the Naka River of Izu Peninsula, and were divided into 3 size classes by maximum shell size (Size I: 5.10-8.30 mm; Size II: 11.00-15.40 mm; Size III: 16.75-26.80 mm). According to sampling sites, shell sizes and experimental water conditions, 12 experimental groups consisting of 12 individuals were set up. Distilled water was clearly suitable for individuals of all shell sizes from Site 2, salt water being suitable for those from Site 1. This indicates that salt tolerance is very high in snails from Site 1. Survival periods in distilled water did not differ significantly, but those in salt water differed significantly, being long in order of snails of all shell sizes from Site 2, small-sized and large-sized snails from Site 1 and middle-sized snails from Site 1. In Site 1, salt tolerance seemed to become high with growth. Therefore, the acclimation in salt tolerance of this snail from the lowest area of blackish-water zone to the lowest area of freshwater zone appeared to occur as a reserve change in regulation of osmotic pressure with the dispersal of snails to upstream area of river.

Keywords: *Clithon retropictus*, salt tolerance, habitat, growth

はじめに

腹足類アマオブネガイ科に属する巻貝のイシマキガイは、河川の河口近くの汽水域から淡水域にかけて生息し、その分布は本州の房総半島以南、新潟県以南から四国、九州、奄美諸島、沖縄本島、宮古島、八重山諸島、小笠原諸島、台湾、香港にまで及ぶ¹⁴⁾。産卵は楕円形の扁平なドーム形の白色の卵囊（長径1.0～2.1 mm、短径0.7～1.5 mm）を岩や石やコンクリートの表面に産み付けることによって行われる。我々は伊豆半島の河川においてイシマキガイの生活史と生態を明らかにするために、これまでに分布条件^{8), 15)}、交接期¹⁷⁾、産卵期⁹⁾、胚発生期間と孵化期¹⁸⁾、移動活動^{10), 11)}、成長¹²⁾、耐塩性¹⁹⁾について研究してきた。イシマキガイのベリジャー幼生は河川に産卵された卵囊から主に7～8月に孵化し海まで流下し、海でしばらく生活した後に、8月下旬から9月にかけてペディベリジャー幼生として上げ

*筑波大学下田臨海実験センター業績, No. 766

¹⁾ 山梨大学教育人間科学部, ²⁾ 筑波大学医療技術短期大学部, ³⁾ 筑波大学下田臨海実験センター

¹⁾ Faculty of Education & Human Sciences, University of Yamanashi, Kofu City, Yamanashi 400-8510, ²⁾ College of Medical Technology and Nursing, University of Tsukuba, Tsukuba City, Ibaraki 305-8577, ³⁾ Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda City, Shizuoka 415-0025

潮に乗って再び河川に戻る^{5),13)},いわゆる通し回遊(diadromous migration)を示し,成長にともなって上流部へ移動することから^{3),4),10)},幼生の発生段階ならびに変態完了後の底着個体の成長過程に応じた浸透圧調節能,耐塩性には興味を持たれてきた。

ベリジャー幼生の耐塩性に関しては,海水中や1/2希釈海水中での存在期間が1~2週間位,淡水中での存在期間が1~2日であることから海水に順応しているとされてきた^{6),13)}。変態完了後のイシマキガイの幼貝,成貝の耐塩性に関しては,鹿児島県伍位野川の河口付近より得た幼貝と成貝を淡水と海水で89日間飼育した場合,海水中では幼貝,成貝ともに一部の個体は死亡し,淡水中ではすべての個体が死亡したことから,幼貝と成貝は淡水よりも海水に順応していることが示唆され,幼貝と成貝の生存期間には海水飼育条件では差はなく,淡水飼育条件では成貝の生存期間が長いことが示されてきた¹⁶⁾。他方,広島県恵川の汽水域最上部より得た成貝を淡水から海水までの3段階の塩分濃度で100日間飼育した場合,淡水中および1/20希釈海水中ではすべての個体は生存し,海水中では個体に死亡が認められたことから,成貝は海水よりも淡水に順応していることが示唆され⁶⁾,鳥取県橋津川の東郷池の汽水域から得た個体においては,個体サイズは不明ながらこの恵川と同様な傾向がみられた⁷⁾。また,静岡県那賀川の汽水域最上部より得た幼貝から成貝に至る5段階のサイズ個体を淡水から海水までの7段階の塩分濃度で328日間飼育した場合には,幼貝から成貝に至る個体の生存期間は100%海水,75%希釈海水,0%非海水よりも5%から50%の希釈海水において長いこと,より大きい3サイズ段階の個体ではすべての個体が0%非海水よりも100%海水において早く死亡し,幼貝を含むより小さい2サイズ段階の個体では一部の個体は0%非海水よりも100%海水において長く生存する場合があることが示され,この生息環境では海水,淡水よりも汽水に順応していること,大きなサイズ個体は海水よりは淡水に順応するが,小さなサイズ個体では必ずしも淡水により順応するとは限らないことが示唆されてきた¹⁹⁾。

このように河口域,汽水域最上部に生息するイシマキガイを用いて行われた生存期間から査定された耐塩性実験結果には違いがみられ,河川の河口近くの汽水域から淡水域に分布を拡げつつ生息するイシマキガイの耐塩性におけるこの違いは,イシマキガイの個体サイズの違い,その生息場所ごとの塩分濃度の違いに基づく順応の差によるように思われる。しかしながら,イシマキガイの個体サイズの違いと生息場所の違いに応じた浸透圧調節能としての耐塩性はいまだ検討の余地のあるところである^{16),19)}。我々はこのようなイシマキガイの生息場所と成長すなわち個体サイズとの関係における耐塩性の問題を明確にするために,イシマキガイの分布下限である汽水域最下部とその上流の淡水域最下部から採集した若貝から成貝に至る3段階の個体サイズからなる個体を用いて,これらの個体の耐塩性を蒸留水条件と海水の塩分濃度と同等に調整した人工海水条件の下で,一定温度の恒温器で個体を個別飼育し各個体の生存日数を調べることにより,イシマキガイの生息場所および個体サイズと耐塩性の関係について検討した。その結果,イシマキガイの耐塩性について新たな知見を得ることができたので報告する。

材料および方法

イシマキガイ個体の採集は,伊豆半島西海岸の静岡県松崎町を流れる那賀川の汽水域から淡水域の2箇所において,2001年7月21日の午前中の干潮時に河川内のコンクリート護岸壁面および岩や石の表面より徒手で行った。各採集場所は,下流から上流側にかけて順に,大きな潮位変動があり汽水域最下部に当たる浜丁橋の下流部と上流部(Site 1),宮の前橋の約250m上流に河川を横切るように架設してある温泉送水管の上流部の潮位変動が認められない淡水域(Site 2)である(Fig. 1)。また,この採集と同時に,Site 1からSite 2の間の4箇所の河川水の塩分濃度を明らかにするために,河川底部の河川水の採水を,早朝の満潮時には北原式採水器で採水し,昼前の干潮時にはポリエチレン容器で直接採水し,後にこれらの採水水の塩分濃度を硝酸銀溶液による滴定によって測定した。同日の潮位変動は通年

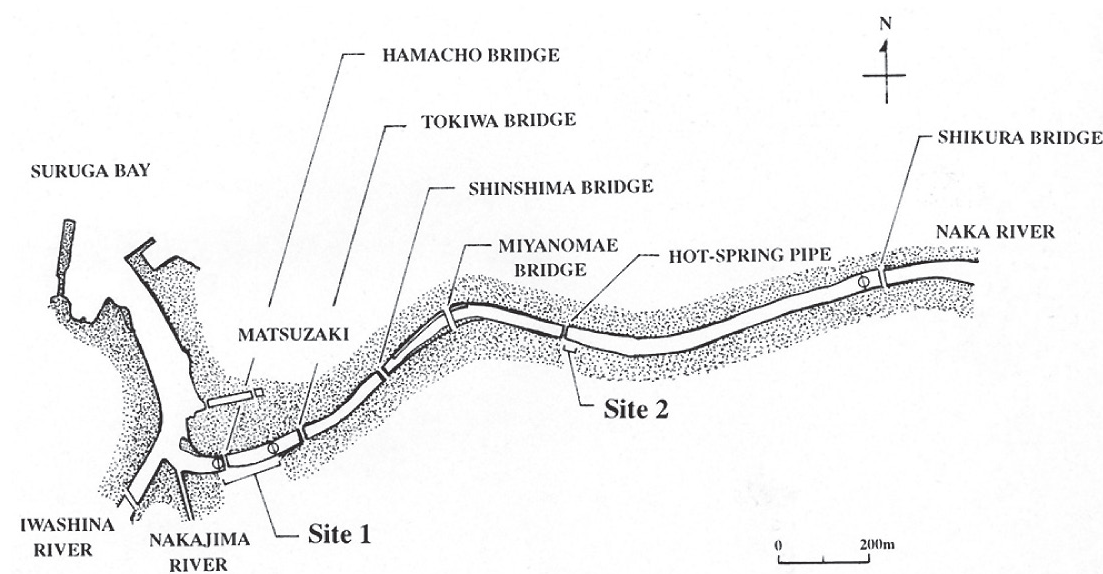


Fig 1. Map showing 2 sampling sites in Naka river of Izu Peninsula. Symbols of ○ indicate the location of three dams.

伊豆半島那賀川における2採集地点を示す地図。○印は3つの堰堤を示す。

の大潮の中でも大きい変動を示した。Site 1 と Site 2 の両箇所において、若貝から成貝に至る個体を外殻最長径（殻口部の水平面で軸唇に対し直角方向に測定した外殻の最長径）で7mm, 13mm, 20mm 前後の個体を目視基準にし、小サイズ、中サイズ、大サイズの3段階の個体サイズに分け採集した。Site 1 では、浜丁橋直下から約8m 下流にあるコンクリート製の低い堰堤までにおいて小サイズ個体と中サイズ個体を十分な数だけ採集したが、大サイズ個体は1個体の確認にとどまった。そのため、実験用大サイズ個体は浜丁橋から約100m 上流のコンクリート製の低い堰堤までの範囲内において採集した。Site 2 では、温泉送水管の上流側約20m までの範囲内において小サイズ個体から大サイズ個体までを十分な数だけ採集した。採集後、実験に必要な個体を適切な数だけ選び出し、各採集場所で得た干潮時の河川水とともにこれらの個体をクーラーボックスに入れ乾電池式携帯エアポンプで通気しながら実験室に持ち帰った。

耐塩性実験に先立ち、同日、実験室において各個体の活動状況を確認しながら各々12個体からなる12実験グループを、飼育実験水の条件、採集場所、個体サイズに応じ準備した。これらの実験グループは、Site 1 と Site 2 より採集した個体から、Site ごとに小サイズ個体、中サイズ個体、大サイズ個体を12個体ずつ選び出したものの2組（12実験グループ、計144個体）からなり、淡水条件には一方の6グループを、海水条件には他方の6グループを割り当て、各条件において以下のような方法で個体を個別に継続飼育し生存期間を調べた。この耐塩性実験には、鹿児島県伍位野川より得た個体に対して用いられた実験水¹⁶⁾と同様に、淡水には蒸留水を使用し、海水には海水魚や海産無脊椎動物用に市販されている人工海水剤（テトラマリンソルト）を蒸留水1ℓに約40g 溶かして比重が1.023（約32‰）になるよう調整した人工海水を使用した。この耐塩性実験には、紙コップ（口部外径73mm；底部外径52mm；高さ80mm；容量217ml）を使用し、一定量100mlの蒸留水または人工海水を入れた紙コップ内に1個体を入れ恒温器内で継続飼育した。恒温器内の温度は5月や10月頃の河川表面水温に相当する¹¹⁾ $18.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ に設定した。実験開始に先立ち、紙コップに1個体を入れ、実験水を少量入れ個体をよく洗ってからこの実験水を捨て去り、紙コップ内に実験水100mlを緩やかに注ぎ込み、このとき

Table 1. Salinity (‰) of brackish and fresh water in the Naka River of Izu Peninsula. Sampling of water was carried out at low and high tides in the morning of 21 July, 2001.

伊豆半島那賀川の汽水域から淡水域の塩分濃度（‰）。採水は2001年7月21日の午前中の干潮時と満潮時に行われた。

Measurement site	Low tide	High tide
Hamacho bridge (Site 1)	2.226	33.754
Shinshima bridge	—	32.785
Miyanomae bridge	—	30.769
Upstream side of Miyanomae bridge (Site 2)	—	0.048

Table 2. Shell size and survival period (mean \pm SE) of 12 individuals in each experimental group in distilled and salt water. Minima and maxima are shown in parentheses.

蒸留水と人工海水飼育条件下の各実験グループ 12 個体の貝殻サイズと生存期間（平均値 \pm 標準誤差）。括弧内の数値は最小値と最大値を示す。

Site	Size	Distilled water		Salt water of ca. 32‰	
		Maximum shell length (mm)	Survival period (days)	Maximum shell length (mm)	Survival period (days)
Site 1	Size I	6.80 \pm 0.26 (5.10–8.30)	11.58 \pm 1.23 (8–24)	6.57 \pm 0.20 (5.60–7.90)	103.00 \pm 4.89 (69–135)
	Size II	12.45 \pm 0.34 (11.00–14.50)	21.25 \pm 1.25 (15–30)	12.29 \pm 0.26 (11.25–14.05)	166.50 \pm 15.04 (114–258)
	Size III	18.37 \pm 0.24 (17.10–20.10)	36.25 \pm 0.86 (33–42)	18.85 \pm 0.28 (16.75–20.60)	131.75 \pm 17.50 (36–282)
Site 2	Size I	6.41 \pm 0.23 (5.15–7.45)	9.08 \pm 0.69 (5–12)	6.49 \pm 0.21 (5.30–7.75)	2.08 \pm 0.23 (1–3)
	Size II	12.55 \pm 0.31 (11.00–15.40)	16.75 \pm 1.30 (9–27)	12.83 \pm 0.27 (11.70–14.45)	1.50 \pm 0.23 (1–3)
	Size III	20.99 \pm 0.67 (18.00–26.45)	28.25 \pm 0.58 (24–30)	20.98 \pm 0.71 (17.60–26.80)	1.92 \pm 0.08 (1–2)

実験個体を殻口部が下になるように紙コップの底面中央部に置き、実験個体が紙コップの外に這い出ないようにするために予め通気孔を複数開けておいた透明ポリエチレンシートで紙コップの口を覆い、輪ゴムで留め、実験を進めた。ここで、実験個体を殻口部が下になるように紙コップの底面中央部に置いたのは、足を出し付着しやすい状況をつくることと、実験中の個体の移動の有無を確認するためである。この耐塩性実験は採集日の翌日の 2001 年 7 月 22 日の午前 4 時以降からはじめ、その後の絶食状態の下での蒸留水、人工海水条件下における各個体の死亡過程を、実験を開始してから 8 日目の 7 月 30 日まででは毎日、以降は 3 日間隔で個体の死亡の有無を毎回午後を確認した。この確認はすべての個体が死亡した 2002 年 4 月 29 日まで続けた。各確認日には実験水をすべて新鮮な蒸留水または人工海水に交換し、このとき個体を殻口部が下になるように紙コップの底面中央部に置いた。生死の判定は、まず紙コップ内の側面または底面に付着しているかどうかを移動状況とともに確認し、底面付着の場合には、触角を出しているかどうかで判断し、触角を確認できない場合には、紙コップ内の実験水を緩やかに回転させることによって個体の転がりの有無を調べ、転がる場合にはこれをピンセットで摘み出し、この非付着個体の生死を以下のように調べた。これらの非付着個体には、蓋を閉じている状態のもの、蓋が開き吻

部を出しているもの、足部を出しているものがみられた。蓋を閉じた状態の個体の場合には、生きていればしばらくして蓋を開けるか、さらに吻を出すか足まで伸ばすかするが、しばらくしても蓋を開けない個体の場合には、閉じた状態の蓋をピンセットの先端で軽く内側に押し込むことにより、蓋に出し入れの反応が生じるかどうかを調べた。吻部や足部を出している個体の場合には実体顕微鏡で触角や吻部、足部の動きの状況を観察し生死判定をした。死亡を明瞭に確認できなかった場合には飼育実験を継続した。最終的な死亡確認は、腐敗した体液が蓋の周辺部または貝殻内部より滲み出てくることをみて行った。生死判定をこのように行い、死亡を確認した個体は個体サイズ測定のために 75%エタノール液中に保存した。75%エタノール液中に保存した標本の個体サイズ測定はすべての個体の死亡を確認した後にノギスにより殻口部の水平面で軸唇に対し直角方向に測定した外殻の最長径として求め、これを外殻最長径とした。12 実験グループ間の生存期間の比較は、3 元配置分散分析、Tukey の HSD 検定による多重比較より行った。

結果

イシマキガイの生息する河川水の塩分濃度は、分布下限の Site 1 では 2.226 ~ 33.754‰ の範囲にあり干潮時には低鹹度になるが満潮時には海域とほぼ同等の塩分濃度になることから高鹹度に曝されることがある汽水域であり、Site 2 では満潮時に 0.048‰ であり潮位変動による水位変化が及ばない最下流域であるため淡水域最下部であった (Table 1)。実験個体の外殻最長径の範囲は、小サイズ個体では 5.10 ~ 8.30mm、中サイズ個体では 11.00 ~ 15.40mm、大サイズ個体では 16.75 ~ 26.80mm であった (Table 2)。本報ではこれらのサイズを小さいものから順に Size I、Size II、Size III とした。採集時において採集場所間で個体サイズを揃えるように努めたが、Size III においては、上流の Site 2 で大きなサイズの個体を含んだ (Table 2)。サンプリング場所、貝殻サイズ、飼育実験水条件の相互作用を明らかにするために、イシマキガイの生存期間を 3 元配置分散分析により検討した。分散分析の結果、すべてにおいて有意な作用と交互作用が認められた (Table 3)。12 実験グループの生存期間の多重比較は、生存期間は蒸留水飼育条件では有意な差が認められないものの、人工海水飼育条件では Site 1 で有意に長く、Site 2 で有意に短く、人工海水飼育条件の Site 1 においては Size II で生存期間は有意に長くなっており、生息場所別では、生存期間は Site 1 では人工海水条件で有意に長く、Site 2 では蒸留水条件で有意に長くなっていた (Fig. 2)。

考察

本研究の結果は、高鹹度になることがある汽水域最下部 (Site 1) に生息する個体は淡水よりも海水に順応し、淡水域最下部 (Site 2) に生息する個体は海水よりも淡水に順応していることを示した (Fig. 2)。このうち、前者の汽水域最下部 (Site 1) の生息個体の海水への順応は、鹿児島県伍位野川の河口付近の開けた場所の個体に対する耐塩性実験結果¹⁶⁾と一致し、後者の淡水域最下部の生息個体の淡水への順応は、純淡水域ではないが、広島県恵川の汽水域最上部の個体に対する耐塩性実験結果⁵⁾と静岡県那賀川の汽水域最上部の個体に対する耐塩性実験結果のうちの淡水の 0 % 非海水と海水の 100 % 海水からなる条件の実験結果¹⁹⁾と一致した。このように、汽水域最下部から淡水域最下部にかけて生息するイシマキガイの耐塩性は、その生息環境の違いによって大きく異なり、海水環境と淡水環境に対しては、汽水域最下部に生息する個体では淡水よりも海水に順応し、汽水域最上部から淡水域下部に生息する個体では海水よりも淡水に順応している。イギリス、スウェーデン、フィンランドなどヨーロッパの汽水域と淡水域に広く分布するイシマキガイと同じアマオブネガイ科に属する *Theodoxus fluviatilis* においても汽水域から採集した個体は淡水域から採集した個体よりも高い塩分濃度に高い耐性を示し、そしてより広範囲の塩分濃度に耐性を示すことが知られている^{1), 2)}。

Table 3. ANOVA results of survival period of shell under various experimental conditions.
各種実験条件下の貝の生存期間の分散分析結果。

Factor	Survival period		
	d.f.	SS	F-value
Site	1	168715.56	299.82 ***
Size	2	11745.60	10.44 ***
Water	1	80419.51	142.91 ***
Site x Size	2	6554.29	5.82 ***
Site x Water	1	144970.56	257.63 ***
Size x Water	2	6011.10	5.34 ***
Site x Size x Water	2	5897.79	5.24 ***

*** $p < 0.001$

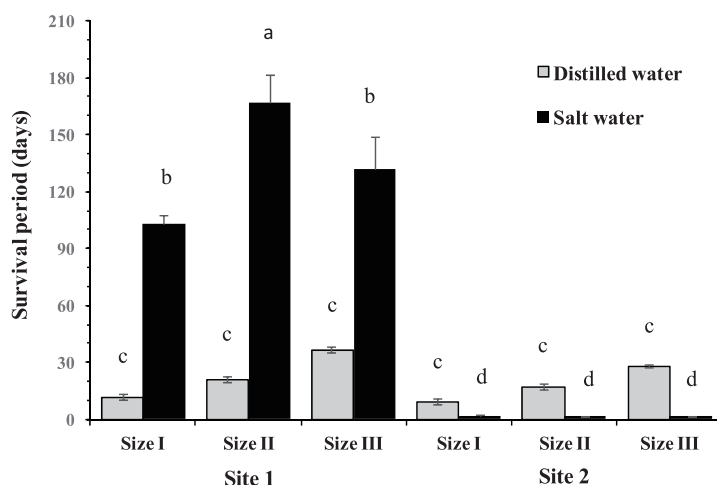


Fig 2. Comparison of survival period among 12 experimental groups differing in sampling site, shell size and experimental water condition. Data are analyzed from multiple comparison by Tukey's HSD test. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$). Data are shown as mean \pm SE ($n = 12$).

サンプリング場所、貝殻サイズ、飼育実験水条件において異なる 12 実験グループ間の生存期間の比較。データは Tukey の HSD テストによる多重比較から解析された。異なる文字は有意な違いを示す ($p < 0.05$)。データは平均値 \pm 標準誤差 ($n = 12$) で示されている。

鹿児島県伍位野川の河口付近より得た幼貝と成貝では人工海水条件下では両者の生存期間に差はなく蒸留水条件下で成貝が長く生きたことから、成貝は幼貝よりも淡水により順応することが示唆されている¹⁶⁾。本研究においては、蒸留水条件下では生存期間に有意な差はなかったが、人工海水条件下では生存期間に有意な差があり、人工海水条件下での生存期間は淡水域最下部（Site 2）のすべてのサイズ個体、汽水域最下部（Site 1）の Size I、Size III の個体、汽水域最下部（Site 1）の Size II の個体の順に長く（Fig. 2）、これらの結果は鹿児島県伍位野川の実験結果¹⁶⁾とは異なった。汽水域最下部（Site 1）では耐塩性は個体の成長とともに高まるように思われ、汽水域最下部（Site 1）では Size III の個体は Size I の個体、Size II の個体よりも上流の低鹹度域に生息したため Size III の個体の耐塩性は低下したように思われた。

本研究が行われた Site 1 と Site 2 の間に位置する汽水域最上部の個体に対する耐塩性実験¹⁹⁾で調べられた 5 段階の個体サイズのうち小さい方から 2 番目の Size 2 は本研究の Size I に相当し、同じく Size 3

は Size II に、Size 4 と Size 5 は Size III に相当した。この汽水域最上部の個体に対する耐塩性実験¹⁹⁾では、幼貝から成貝に至るイシマキガイ個体の生存期間は 100% 海水、75% 希釈海水、0% 非海水よりも 5% から 50% の希釈海水において長いことから、汽水域最上部に生息するイシマキガイでは、海水、淡水よりも汽水条件下に順応していることが示唆され、同実験で行われた 5 段階の個体サイズのうち、大きい方の 3 サイズ段階の個体ではすべての個体が淡水よりも海水条件において早く死亡し、幼貝を含む小さい方の 2 サイズ段階の個体においては一部の個体が淡水の 0% 非海水よりも海水の 100% 海水条件において長く生存する場合があったことから、個体サイズにおいて大きなサイズ個体では淡水に順応しているが小さなサイズ個体では必ずしも淡水に順応するとは限らないことが示唆された。

これらのことから、通し回遊をするイシマキガイの生活史の中で海へ下るベリジャー幼生は海水に順応しており^{6), 13)}、海から河川へ戻るペディベリジャー幼生は淡水への順応の兆しがみられることが知られているが¹³⁾、底着後の幼貝や若貝、成貝においては、汽水域最下部と淡水域という両生息環境において耐塩性に相違があり両生息場所において浸透圧調整能が大きく異なっていると判断された。その中で、底着後の海水環境から上流方向の淡水環境へのイシマキガイの分布拡大につれて、すべてのサイズ個体において鹹度がより高くなる環境ではより海水に順応し、鹹度がより低くなる環境では淡水に順応するような、浸透圧調整能に変化を伴う移行過程または変換過程があることが示唆された。汽水域から淡水域にかけて塩分濃度の異なる生息環境の耐塩性に関わる浸透圧調節機構の解明は今後の研究課題である。

謝 辞

本研究の実施に際しては、筑波大学下田臨海実験センター長 蔵本 武照 教授には暖かいご理解と支援を賜った。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) Neumann, D. (1960) Osmotische Resistenz und Osmoregulation der Flußdeckelschnecke *Theodoxus fluviatilis* L. Biologisches Zentralblatt 79: 585-605.
- 2) Kangas, P. and Skoog, G. (1978) Salinity tolerance of *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda) from freshwater and from different salinity regimes in the Baltic Sea. Estuarine and Coastal Marine Science 6: 409-416.
- 3) 阿部 茂 (1981) イシマキガイの河川における生息状況. ちりぼたん 12 (3): 55-61.
- 4) 阿部 茂 (1983) 標識イシマキガイの遡上について. ちりぼたん 13 (4): 75-81.
- 5) Nishiwaki, S. & Koike K. (1985) Behavior of veliger larva and mechanism of dispersal in *Clithon retropictus* (Prosobranchia Neritidae). Zoological Science 2(6): 1001 (Meeting Abstract).
- 6) 新川英明 (1987) イシマキガイの回遊. 広島女子大学家政学部紀要 (23): 75-80.
- 7) 熊澤教眞・岩尾健・井倉克頼・川崎康広・三谷宗久 (1991) アマオブネガイ科腹足類の塩分嗜好性. 貝類学雑誌 50 (1): 61-67.
- 8) 西脇三郎・平田 徹・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦 (1991) 伊豆半島の河川におけるイシマキガイの分布とその要因. 筑波大学医療技術短期大学部研究報告 (12): 51-57.
- 9) 西脇三郎・平田 徹・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦 (1991) 伊豆半島那賀川におけるイシマキガイの産卵期と卵囊数の月変化. 貝類学雑誌 50 (3): 197-201.
- 10) 西脇三郎・平田 徹・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦 (1991) 標識再捕法によるイシマキガイの移動方向の研究. 貝類学雑誌 50 (3): 202-210.
- 11) 平田 徹・西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦 (1992) イシマキガイの移動活動の季節的变化. 貝類学雑誌 51(1/2): 57-66.

- 12) 平田 徹・西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦（1993）イシマキガイの成長の季節的变化. 山梨大学教育学部研究報告（44）：34-39.
- 13) 西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦・平田 徹（1994）イシマキガイのベディベリジャーの形態と行動. 貝類学雑誌 53(2)：143-144（講演要旨）.
- 14) 西脇三郎（1996）イシマキガイ *Clithon retropictus* (Martens, 1879). In：日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (III), 第I部 軟体動物, pp. 3－7. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 15) 平田 徹・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦・西脇三郎（1999）伊豆半島におけるイシマキガイの生息状況と河川環境. 山梨大学教育人間科学部紀要 1(1)：24-30.
- 16) 古城祐樹・富山清升（2000）同一河川におけるカワニナとイシマキガイの分布と微小生息場所. 貝類学雑誌 59(3)：245-260.
- 17) 平田 徹・西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦（2000）イシマキガイの交尾嚢内における精包数の月変化. 山梨大学教育人間科学部紀要 1(2)：28-34.
- 18) 平田 徹・西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦（2000）イシマキガイの孵化期と胚発生期間. 山梨大学教育人間科学部紀要 2(1)：19-28.
- 19) 平田 徹・西脇三郎・植田一二三・土屋泰孝・佐藤壽彦（2001）汽水性・淡水性腹足類イシマキガイの耐塩性. 山梨大学教育人間科学部紀要 2(2)：20-28.